

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :

2 763 113

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national :

98 09213

⑤① Int Cl<sup>6</sup> : F 16 S 3/06

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 20.07.98.

③⑦ Priorité : 21.07.97 US 00053053; 23.06.98 US  
00103031.

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 13.11.98 Bulletin 98/46.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : HENKEL CORPORATION — US.

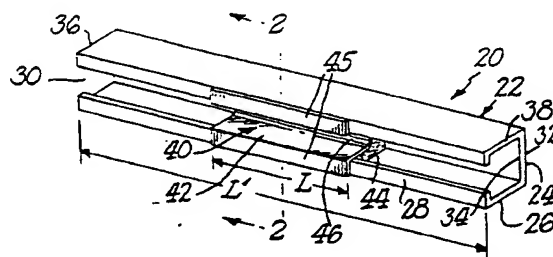
⑦② Inventeur(s) : WYCECH JOSEPH S.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ ELEMENTS DE STRUCTURE RENFORCES.

⑤⑦ Un élément de structure à section en U (22) est muni  
d'une coquille de renfort locale (42), de faible épaisseur, sé-  
parée de l'élément par une couche de mousse structurale  
(44). La partie renforcée présente une configuration en ar-  
che qui s'étend dans la direction opposée à celle de la force  
à laquelle l'élément est soumis. Une partie de la coquille  
(42) vient en contact avec l'élément à section en U (22) et  
est fixée à celui-ci par soudage ou par d'autres moyens.  
Cette configuration est spécialement applicable à des pare-  
chocs de véhicules.



BEST AVAILABLE COPY

FR 2 763 113 - A1



### ELEMENTS DE STRUCTURE RENFORCES

La présente invention concerne de façon générale des procédés et des appareils pour renforcer des éléments de structure, et elle concerne plus particulièrement le renforcement local d'éléments à section en U soumis à une flexion.

Dans un certain nombre d'applications, en particulier dans l'industrie automobile, il est nécessaire de disposer d'éléments de structure légers et à résistance mécanique élevée. Bien que des éléments de structure ayant ces caractéristiques puissent être obtenus aisément par l'utilisation de divers alliages métalliques, comme des alliages de titane et autres, des alliages légers et à résistance mécanique élevée ont généralement un coût prohibitif dans des applications automobiles dans lesquelles un compromis serré doit être trouvé entre des réductions de poids et le coût des matériaux. En outre, il est nécessaire de disposer de techniques de renforcement qui puissent être adaptées aisément à des configurations géométriques existantes de pièces de structure, pour éviter ainsi la nécessité de changements de conception fondamentaux et pour procurer un moyen par lequel il soit possible de remédier à des performances de conception inférieures aux normes. En effet, dans de nombreux cas, des défauts de conception sont découverts après que la conception d'un véhicule a atteint le stade auquel des changements radicaux ne sont plus possibles.

De plus, on a consacré une attention particulière aux caractéristiques de performances de composants de structure ayant une section U qui sont soumis à des forces qui produisent une flexion. Par exemple, de nombreuses poutres prévues contre les chocs latéraux, qui sont conçues pour des portières de véhicules à moteur, ont une cavité à section en U. De plus, de nombreux pare-chocs fonctionnels ont une section en

U. Ces éléments à section en U sont particulièrement susceptibles de recevoir des forces de flexion dont l'origine se trouve à mi-portée de la poutre, ou qui se concentrent dans cette position.

5 Bien que le remplissage de l'élément entier avec une mousse de matière plastique améliore effectivement de façon importante la raideur de l'élément (tout au moins lorsqu'on utilise des mousses à haute densité), cette technique peut également augmenter notablement la masse et donc le poids de la pièce, ce qui est indésirable dans la plupart des applications, comme on l'a indiqué. De plus, le fait de remplir entièrement un élément avec une mousse peut augmenter le coût de façon  
10 significative. Enfin, une âme en mousse de grande taille crée souvent un dissipateur thermique indésirable. De plus, bien que l'augmentation de l'épaisseur de métal d'un élément ou l'ajout de renforts métalliques localisés augmente la raideur, lorsque l'épaisseur de métal augmente il devient plus difficile de former la pièce, du fait de limitations de machines  
15 de formage de métal.

Un certain nombre de techniques ont été proposées pour résoudre le problème du renforcement d'éléments à section en U soumis à une flexion, à titre de remplacements pour des alliages coûteux, des  
20 éléments en métal de forte épaisseur, et des âmes en mousse de grande taille. Par exemple, il a été proposé une poutre de protection contre les chocs latéraux pour une portière de véhicule qui comprend un élément en métal à section en U, ayant une cavité longitudinale qui est remplie avec une âme à base de résine thermodurcissable ou thermoplastique. L'âme  
25 est disposée vers le milieu de la poutre. L'âme peut comprendre des micro-sphères de verre creuses dans le but de diminuer la densité et donc le poids.

Il a été proposé un élément de renfort rapporté consistant en un renfort pré-moulé. Le renfort est formé par un ensemble de pastilles  
30 contenant une résine thermodurcissable et un agent poropore. L'élément pré-moulé est expansé et durci en place dans un élément de structure. Une poutre de portière tubulaire composite, renforcée par une âme en mousse synthétique localisée à mi-portée du tube, a également été décrite dans la technique. L'âme à base de résine n'occupe pas plus d'un  
35 tiers de l'alésage du tube.

Il a également été proposé des structures "tube dans tube", ayant des rapports de raideur à masse élevés, dans lesquelles deux tubes emboîtés ont une couche de mousse disposée dans l'espace annulaire entre les tubes. Un renfort local de la nature d'une résine pouvant  
5 former une mousse, disposé sur un support inséré, a également été décrit. Le support est placé dans l'espace libre d'un élément de structure creux, après quoi la résine est expansée.

Il serait donc souhaitable de procurer une technique économique pour renforcer un élément à section en U soumis à une flexion, sans  
10 augmenter notablement la masse. Il serait également souhaitable de procurer un procédé pour renforcer un élément à section en U existant, qui n'exige pas d'apporter à l'élément un changement de conception fondamental. La présente invention procure des éléments creux qui ont une résistance mécanique accrue, avec des augmentations de masse modé-  
15 rées, le tout sans l'utilisation de volumes élevés de résines coûteuses. La présente invention procure en outre un procédé pour renforcer des pièces de structure existantes, sans reprendre la conception de la configuration géométrique de la pièce. On a trouvé que la présente invention augmente d'une manière très efficace la raideur et la résistance mécanique  
20 que d'éléments ayant une section en U.

Selon un aspect, la présente invention procure un élément à section en U renforcé ayant une coquille de renfort mince, locale, séparée de l'élément à section en U par une couche de mousse structurale. Dans la partie renforcée, une arche s'étend dans une direction opposée à  
25 celle de la force à laquelle l'élément est soumis; ainsi l'arche s'étend dans la direction de la face de compression de l'élément à section en U. L'arche peut être présente sous la forme de l'élément à section en U, de la coquille de renfort ou à la fois de l'élément à section en U et de la coquille. Une partie de la coquille vient de préférence en contact avec  
30 l'élément à section en U, et elle est fixée à celui-ci par une soudure par points ou par d'autres moyens de fixation. La combinaison de l'arche et de la mousse structurale supporte la charge, stabilise les parois de l'élément à section en U et répartit la force sur une zone généralisée, en l'éloignant des points de concentration aux soudures. Selon un aspect, la  
35 coquille de renfort et la mousse structurale sont de préférence limitées à

une étendue ne dépassant pas environ le tiers de la longueur de l'élément à section en U, et elles sont disposées pratiquement à mi-portée de l'élément à section en U. Selon un aspect, la coquille est disposée dans le canal de l'élément à section en U, et selon un autre aspect la coquille  
5 forme un capuchon à l'extérieur de l'élément à section en U. La coquille consiste de préférence en acier à haute résistance, ce qui permet d'utiliser de l'acier à faible résistance pour l'élément de structure. De plus, dans des applications dans lesquelles l'élément de structure principal consiste en acier à haute résistance, la coquille peut consister en acier  
10 moyen ou en aluminium.

Selon encore un autre aspect, la présente invention procure un procédé pour renforcer une pièce de structure, qui comprend les étapes consistant à former une couche de mousse structurale à un site de renforcement local dans un élément de structure à section en U, et à placer  
15 une coquille de renfort à mi-portée de l'élément à section en U, cette coquille s'étendant de préférence sur pas plus d'un tiers de la longueur de l'élément à section en U. La mousse structurale est placée sur une surface de la coquille qui vient ensuite en contact avec l'élément à section en U et adhère à celui-ci.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La suite de la description se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un pare-chocs renforcé, illustrant la position d'une coquille de renfort à mi-portée, en forme d'arche.  
25

La figure 2 est une coupe selon les lignes 2-2 de la figure 1.

La figure 3 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant une coquille de renfort en forme de D qui  
30 est disposée dans la cavité d'un élément de pare-chocs creux et qui est séparée de l'élément de pare-chocs par une couche de mousse structurale.

La figure 4 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant une coquille de renfort ayant une configura-  
35 tion en forme de D; la coquille de renfort est disposée dans la cavité d'un

élément de pare-chocs creux ayant une double arche avec une couche intermédiaire de mousse structurale.

La figure 5 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant un renfort en forme d'arche localisé, disposé dans l'espace intérieur d'un élément de pare-chocs, avec une couche  
5 intermédiaire de mousse structurale.

La figure 6 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant une coquille de renfort en forme de D qui est disposée dans un élément de pare-chocs rectangulaire et qui est séparée par des régions segmentées de mousse structurale.  
10

La figure 7 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant un pare-chocs en forme d'arche ayant une coquille de renfort rectangulaire disposée sur lui, sous la forme d'un capuchon, avec une couche intermédiaire de mousse structurale.

La figure 8 est une coupe d'un élément de pare-chocs à double arche avec un capuchon de renfort en forme d'arche.  
15

La figure 9 est une vue en perspective d'une poutre de portière renforcée, illustrant la position d'une coquille de renfort rectangulaire à mi-portée.

La figure 10 est une coupe selon les lignes 10-10 de la figure 9.  
20

La figure 11 est une coupe d'un autre mode de réalisation de la présente invention, illustrant une poutre de portière en arche avec une coquille de renfort en arche et avec une couche intermédiaire de mousse structurale.

En se référant maintenant à la figure 1 des dessins, on voit un pare-chocs d'automobile renforcé, 20, ayant un élément de pare-chocs 22 qui est de la nature d'une structure longitudinale, définissant un canal, ayant une longueur notablement supérieure à sa largeur. Chaque bord d'une paroi verticale plane 24 est limité par des côtés 26. Chaque  
25 côté 26 a un rebord 28 qui s'étend au-dessus d'un canal ouvert 30. La paroi 24 définit une surface extérieure ou face de compression 32 et une face du côté du canal, ou face intérieure, 34. L'homme de l'art notera que la face de compression 32 reçoit le choc dans une collision et est donc la région dans laquelle une flexion est induite.  
30

Un assemblage de coquille de renfort 40 est positionné à mi-  
35

portée de l'élément de pare-chocs 22, c'est-à-dire qu'il est placé de façon générale en position centrale entre des extrémités 36 et 38, et on voit que cet assemblage comporte une coquille de renfort 42 en arche et une couche de mousse intermédiaire 44. Si l'emplacement de déformation maximale ne se trouve pas à la position centrale, l'assemblage de coquille de renfort sera excentré de façon appropriée pour être placé à l'emplacement de déformation maximale. Une coquille en arche 42 comporte une paire de rebords 45 qui recouvrent les rebords 28 de l'élément de pare-chocs 22 et viennent en contact avec eux. La coquille en arche 10 comporte une partie en arche 46 qui s'étend dans la direction de la paroi 38 de l'élément de pare-chocs 22. Dans le cadre de la présente demande, le terme "arche" englobera non seulement une forme d'arche en U traditionnelle, mais également une forme en D, dont un exemple sera illustré ci-après de façon plus complète. Le terme "arche" englobe également des formes en M ou en V ou en W.

L'élément de structure et la coquille de renfort peuvent être des pièces métalliques embouties ou peuvent être en métal mis en forme par laminage.

En se référant maintenant à la figure 2 des dessins, on voit plus clairement la relation entre le sous-ensemble de coquille en arche 40 et l'élément de pare-chocs 22. La coquille en arche a une surface 48 qui est en contact avec une couche de mousse 44 et qui est liée à cette dernière. On répète que la partie en arche 46 de la coquille 42 s'étend dans la direction de la paroi 38 et s'étend donc vers la face de compression 32 de l'élément de pare-chocs 22. La couche de mousse 44 est également en contact avec la face 34 de la paroi 38, en étant liée à cette face, et elle est aussi en contact avec des surfaces intérieures 50 des parois latérales, pour fixer ainsi la coquille 42 de façon rigide à l'élément de pare-chocs 22, en formant une structure à trois couches. De plus, les rebords 45 sont fixés aux rebords 28 par des soudures MIG (électrode en métal, gaz inerte), bien que d'autres moyens de fixation, tels que des éléments d'assemblage mécaniques ou un adhésif à résistance mécanique élevée, puissent convenir dans une application particulière.

La longueur "L" du sous-ensemble de coquille en arche 40 est de préférence égale ou inférieure au tiers de la longueur "L'" de l'élé-

ment de pare-chocs 22. La largeur "W" du canal 52 qui est défini par la partie en arche 46 de la coquille 42 est de préférence au moins égale à 75% de la largeur " W' " du canal 30 de l'élément de pare-chocs 22. La profondeur "D" de la coquille 42, qui s'étend dans le canal 30, est de préférence au moins égale à 75% de la profondeur " D' " du canal 30. Des arches inclinées, en forme de cloche, ou des formes en D, ayant un rapport entre la hauteur (D) et la portée (W) d'environ 0,5:1,0 jusqu'à environ 1,0:1,0, sont les plus préférables.

Comme la figure 2 des dessins le montre le mieux, la coquille 42 consiste en un métal d'épaisseur relativement faible en comparaison avec celui de l'élément de pare-chocs 22. Le métal qui est utilisé pour former la coquille 42 et l'élément 22 sera de façon caractéristique de l'acier ou de l'aluminium. Par exemple, de l'acier 140 de type DI d'une épaisseur comprise entre 0,8 et 1,4 mm est particulièrement préféré pour la coquille 42. (On notera que bien que du métal soit préférable, d'autres matériaux tels que des matières plastiques peuvent être appropriés dans une application donnée.) L'un des avantages de la présente invention réside dans l'aptitude à utiliser de l'acier à résistance mécanique relativement faible pour l'élément de pare-chocs 22, tout en renforçant la structure avec une coquille en acier légère, mince et à résistance mécanique élevée 42. En formant une arche 46 dans la direction de la face de compression 32; en formant une couche intermédiaire de mousse adhésive 44 qui est liée à la coquille 42 et à l'élément 22; et en soudant par points (ou en fixant d'une autre manière) la coquille 42 à l'élément 22, le pare-chocs renforcé 20 procure une résistance maximale à la flexion avec un poids et un coût minimaux. La combinaison de l'arche 46 et de la mousse 44 renforce en compression l'élément de pare-chocs 22 pour procurer une réduction notable du flambage. Il faut noter que la couche de mousse 44 recouvre pratiquement toute la surface 48 de la coquille 42.

La mousse 44 est de préférence un matériau basé sur une résine qui contient des micro-sphères de verre creuses, pour réduire la masse volumique. En considérant maintenant de façon spécifique la composition de la couche de mousse 44, on note que la masse volumique du matériau doit être de préférence comprise entre environ  $3,2 \text{ g/cm}^3$  et



environ  $6,4 \text{ g/cm}^3$ , pour minimiser le poids. Le point de fusion, la température de déformation sous l'effet de la chaleur et la température à laquelle une décomposition chimique se produit doivent également être suffisamment élevés pour que la couche de mousse 44 conserve sa structure à des températures élevées qu'on rencontre de façon caractéristique dans des fours de peinture et autres. Par conséquent, la mousse 44 doit être capable de supporter des températures supérieures à  $200^\circ\text{C}$  et de préférence  $175^\circ\text{C}$ , pendant de courtes durées. La couche de mousse 44 a de préférence une épaisseur d'environ 2 à 8 mm autour de l'arche.

Dans un mode de réalisation particulièrement préféré, la couche de mousse 44 comprend une résine synthétique, des micro-sphères de verre, un agent poropore et une charge. La mousse 44 est de préférence expansée sur place entre la coquille 42 et l'élément 22, et elle est préparée en mélangeant ensemble les matières suivantes. Une résine synthétique représente d'environ 50% à environ 80% en masse, et plus préférentiellement représente d'environ 60% à environ 75% en masse du mélange qui est utilisé pour former la mousse 44. Des micro-sphères de verre représentent d'environ 10% à environ 40% en masse, et plus préférentiellement d'environ 15% à environ 25% en masse du mélange. Un agent poropore représente d'environ 1% à environ 10% en masse, et plus préférentiellement d'environ 2% à environ 6% en masse, du mélange.

La couche 44 pourrait être appliquée initialement sous une forme non expansée, soit sur la coquille 42, soit sur l'élément 22, et être expansée ensuite en contact intime avec l'autre élément, et être ainsi liée aux deux éléments 22 et 42. Lorsque la mousse peut être expansée sous l'effet de la chaleur et lorsque l'élément de structure est une pièce de véhicule, on pourrait utiliser le four de peinture pour provoquer l'expansion de la mousse, sans exiger une étape de chauffage séparée.

Diverses charges (telles que de la silice sublimée, du carbonate de calcium, des fibres de verre broyées et du fil de verre textile haché) peuvent être incluses. Une charge représente d'environ 1% à environ 10% en masse, et de préférence d'environ 3% à environ 8% en masse, du mélange utilisé pour former la mousse 44.

Des résines synthétiques préférées pour l'utilisation dans la

présente invention comprennent des résines thermodurcissables telles que des résines époxydes, des résines d'esters vinyliques, des résines de polyester thermodurcissables et des résines d'uréthane. Le cadre de la présente invention n'est pas limité par la masse moléculaire de la résine et l'homme de l'art pourra envisager des masses appropriées, sur la base de l'exposé présent. Lorsque la résine est une résine thermodurcissable, divers accélérateurs, tels que des imidizoles et du "DMP 30", et des agents de polymérisation, de préférence un di-cyanamide, peuvent également être inclus pour augmenter la vitesse de polymérisation. Une quantité fonctionnelle d'accélérateur est comprise de façon caractéristique entre environ 1% et environ 3% de la masse de résine, avec une réduction correspondante de la résine, des micro-sphères, ou de la charge. De façon similaire, la quantité d'agent de polymérisation qui est utilisée est comprise de façon caractéristique entre environ 2% et environ 8% de la masse de résine, avec une réduction correspondante de la résine, des micro-sphères ou de la charge. Des quantités effectives d'adjuvants de traitement, de stabilisants, de colorants, d'absorbants UV, et autres, peuvent également être incluses dans la couche. Des résines thermoplastiques peuvent également être appropriées dans certaines applications.

Les tableaux qui suivent montrent des formulations préférées pour l'utilisation dans la formation de la mousse 44. Tous les pourcentages dans le présent exposé sont des pourcentages en masse, sauf mention expresse du contraire.

INGREDIENTSPOURCENTAGE EN MASSEFORMULE I

Une Partie	Epoxyde Bisphénol A	70%
	Caoutchouc Liquide Nipol	8%
	Agent de Polymérisation Di-cyanamide	7%
	Accélérateur EMI-24	1%
	Micro-Sphères B38	14%

FORMULE II

Deux Parties	<u>Résine, Côté "A"</u>	<u>Agent de Polymérisation, Côté "B"</u>
	Résine Epoxyde 74%	Amine Aliphatique 65%
	Agent Porophore Celogen 6%	Agent Thixotrope 8%
	Agent Thixotrope 4%	Micro-sphères K20 27%
	Micro-sphères K20 16%	

En plus de la structure qui est illustrée sur les figures 1 et 2 des dessins, la présente invention procure un certain nombre d'autres configurations qui mettent en oeuvre les principes inventifs de la présente invention sous la forme d'un pare-chocs de véhicule à moteur. Plus

5 précisément, et en se référant maintenant à la figure 3 des dessins, on note qu'un élément de structure ou élément de pare-chocs principal 54 est représenté avec des rebords 56 qui sont soudés à une coquille de renfort locale 58. Comme représenté, une mousse structurale 60 fixe la

10 coquille 58 en place dans le canal qui est défini par l'élément de pare-chocs 54. Sur la figure 4, un élément de pare-chocs 62 comporte une partie en double arche 64 ayant deux arches 66 et 68. Une couche de mousse structurale 70 est disposée dans le canal qui est défini par la l'élément 62. Comme avec la structure décrite en relation avec la figure 4, la coquille 72 a une forme en D et elle est fixée à des rebords 74. Sur

15 la figure 5, une coquille 76 ayant une configuration en arche surélevée est utilisée en combinaison avec un élément de pare-chocs principal en double arche 78. La coquille 76 comporte une paire de rebords 80 qui sont fixés sur des rebords 82 correspondants de l'élément de pare-chocs

78. La figure 6 est une forme modifiée de la structure représentée sur la figure 3, avec la couche de mousse segmentée, c'est-à-dire établie sous la forme de cordons ou de rubans linéaires séparés et espacés, 84.

En se référant maintenant à la figure 7 des dessins, on note qu'une coquille de renfort 86 forme un capuchon externe sur un élément de pare-chocs 88. L'élément de pare-chocs 88 a la configuration en arche surélevée, et il comporte des rebords 90 qui sont fixés à des extrémités 92 de la coquille 86. On voit une couche de mousse 94 dans le canal qui est défini par la coquille 86. Sur la figure 8, l'élément de pare-chocs 94 a une structure en double arche 96 et il est séparé de la coquille ou du capuchon de renfort en arche 98 par une couche de mousse 100.

Outre l'application à des pare-chocs renforcés, la présente invention est utile pour le renforcement de poutres latérales de portières. En se référant maintenant à la figure 9 des dessins, on voit de façon générale une poutre de protection contre les chocs latéraux, 102, pour une portière, ayant de façon générale un élément de poutre 104 définissant une arche 106. Comme on le voit sur les figures 9 et 10, un capuchon ou une coquille de renfort 108 est incorporé et est fixé (de préférence par soudage par points) sur l'élément de poutre 104 au niveau de rebords 110 et 112. Une couche de mousse intermédiaire est disposée entre la surface intérieure 114 du capuchon 108 et la surface extérieure 116 de la poutre 104. Selon une variante, la coquille et l'élément de poutre pourraient être inversés; c'est-à-dire que la pièce 108 pourrait être la poutre et la pièce 104 pourrait être une coquille interne. Il faut noter que cette inversion pourrait être accomplie dans toutes les conceptions préférées, comprenant celles décrites en relation avec le pare-chocs. Sur la figure 11 des dessins, on voit encore une autre configuration dans laquelle deux arches complémentaires sont emboîtées l'une dans l'autre. Une pièce 118 peut former soit la coquille, soit le corps de poutre principal, tandis qu'une pièce 120 forme la poutre ou la coquille correspondante. Une mousse 122 est disposée comme représenté entre les pièces 118 et 120, de la manière décrite précédemment.

Selon encore un autre aspect, la présente invention procure un procédé de renforcement d'une pièce de structure qui comprend les étapes consistant à former une couche de mousse structurale à un site de

renforcement local, dans un élément de structure ayant une section en U. Une coquille de renfort est placée à mi-portée de l'élément à section en U et, de préférence, elle ne s'étend pas sur plus d'un tiers de la longueur de l'élément à section en U. La mousse structurale est placée sur une surface de la coquille qui vient alors en contact avec l'élément à section en U et adhère à ce dernier.

Bien que l'invention ait été décrite essentiellement en relation avec des pièces de véhicules, il faut noter qu'elle peut être mise en oeuvre dans le cadre d'autres produits, tels que des aéronefs, des navires, des bicyclettes ou virtuellement tout ce qui exige de l'énergie pour se déplacer. De façon similaire, l'invention peut être utilisée avec des structures fixes ou statiques, telles que des bâtiments, pour procurer un support rigide lorsque ceux-ci sont soumis à des vibrations, telles que celles d'un séisme, ou simplement pour procurer un support léger pour des structures qui sont soumises à des charges. De plus, bien que l'invention ait été décrite essentiellement en relation avec des mousses pouvant être expansées par l'action de la chaleur et en relation avec des pièces métalliques telles que l'élément de structure et la coquille, il est possible d'utiliser d'autres matières. Par exemple, la mousse pourrait être n'importe quelle mousse expansible connue appropriée, dont l'expansion est activée de façon chimique et qui forme une mousse structurale rigide. La coquille pourrait être constituée par des matériaux autres que des métaux, comme diverses matières plastiques ou des polymères, ou divers matériaux fibreux du type du bois, ayant une rigidité suffisante pour remplir la fonction d'un support pour la mousse. Lorsqu'on utilise une mousse pouvant être expansée par l'action de la chaleur, le support doit être capable de supporter la chaleur qui est rencontrée pendant la polymérisation par la chaleur. Cependant, lorsqu'on utilise d'autres types de matériaux consistant en mousses, il n'est pas nécessaire que l'élément de support soit capable de supporter des températures élevées. A la place, l'exigence de base pour l'élément de support consiste en ce qu'il doit avoir une rigidité suffisante pour fonctionner de la manière prévue. Il est également possible, par exemple, d'utiliser des matériaux de coquille qui, par eux-mêmes, deviennent rigides sous l'effet de la polymérisation ou d'un traitement ultérieur. L'invention peut également être mise en oeuvre dans des cas

dans lesquels l'élément de structure consiste en matériaux autres qu'un métal. Il est cependant préférable de sélectionner des matériaux pour l'élément de structure et la coquille, ainsi que pour la mousse, de façon que la mousse mince non expansée forme une forte liaison avec ces éléments au moment de l'expansion, de façon qu'il en résulte une combinaison structurale.

### REVENDICATIONS

1. Elément de structure renforcé, caractérisé en ce qu'il comprend : un élément de structure (22) définissant un canal; une coquille de renfort (42) ayant une longueur inférieure à la longueur du canal; la coquille de renfort et l'élément de structure étant interconnectés; une couche de mousse structurale (44) disposée entre une partie de l'élément de structure et une partie de la coquille de renfort, pour définir une région à trois couches, la couche de mousse structurale adhérant à l'élément de structure et à la coquille de renfort; et en ce que la région à trois couches a une surface ayant une forme d'arche.
2. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la coquille de renfort (42) est emboîtée dans le canal de l'élément de structure (22).
3. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de structure (94) a une surface intérieure dans le canal et une surface extérieure, et en ce que la couche de mousse structurale (100) est disposée entre la coquille de renfort (98) et la surface extérieure précitée.
4. Elément de structure renforcé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la coquille de renfort (42, 98) est placée à la position de déformation maximale de l'élément de structure (22, 94).
5. Elément de structure renforcé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la coquille de renfort (42) est placée à mi-portée de l'élément de structure (22) et elle a une longueur qui n'est pas supérieure au tiers environ de la longueur de l'élément de structure (22).
6. Elément de structure renforcé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la mousse structurale (44) contient des micro-sphères de verre.
7. Elément de structure renforcé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins un élément parmi la coquille de renfort et l'élément de structure (62) a une forme en arche double.
8. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la mousse structurale (44) a une épaisseur d'environ 2 à environ 10 mm.

9. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de structure (22) et la coquille de renfort (42) sont des pièces métalliques embouties ou des pièces métalliques formées par laminage.

5           10. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la coquille de renfort (42) consiste en acier à haute résistance ou en aluminium.

10           11. Elément de structure renforcé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de mousse consiste en au moins deux segments séparés (84).

15           12. Elément de structure renforcé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la mousse structurale (44) contient d'environ 60% à environ 78% en poids de polymère, d'environ 10% à environ 30% en poids de micro-sphères de verre, d'environ 3% à environ 10% en poids de charge et d'environ 2% à environ 8% en poids d'agent poropore.

20           13. Elément de structure renforcé, caractérisé en ce qu'il comprend : un élément de structure (22) définissant un canal ouvert (30); une coquille de renfort (42) consistant en acier à haute résistance et ayant une longueur qui n'est pas supérieure au tiers de la longueur du canal ouvert (30); la coquille de renfort (42) et l'élément de structure (22) étant fixés l'un à l'autre de manière que la coquille de renfort soit placée à mi-portée de l'élément de structure (22) et de manière à définir une interface; et une couche de mousse structurale (44) disposée entre l'élément de structure (22) et la coquille de renfort (42), pratiquement sur la totalité de l'interface, pour définir une région à trois couches, la couche de mousse structurale (44) adhérant à l'élément de structure (22) et à la coquille de renfort (42); et en ce que la région à trois couches a une surface en forme d'arche.

30           14. Elément de structure renforcé selon l'une des revendications 1 ou 13, caractérisé en ce qu'au moins un élément parmi la coquille de renfort (42) et l'élément de structure (22) a une forme d'arche.

15           15. Elément de structure renforcé selon l'une des revendications 1 ou 13, caractérisé en ce que la mousse (44) peut être expansée.

35           16. Elément de structure renforcé selon la revendication 15,



caractérisé en ce que la mousse (44) peut être expansée sous l'effet de la chaleur.

17. Elément de structure renforcé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce l'élément de structure (22) est un pare-chocs de véhicule (20) ou une poutre latérale de portière de véhicule (102).

18. Procédé pour renforcer un élément de structure, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : on forme une couche de mousse structurale (44) à un emplacement de renfort local dans un élément à section en U (22); on place une coquille de renfort (42) de façon générale à mi-portée de l'élément à section en U (22); on place la couche de mousse structurale (44) contre l'un des éléments comprenant l'élément à section en U (22) et la coquille de renfort (42), en la faisant adhérer à cet élément; et on fait adhérer la mousse structurale (44) à l'autre élément parmi l'élément à section en U (22) et la coquille de renfort (42), pour créer une région à trois couches ayant une surface en forme d'arche.

19. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend l'emboîtement de la coquille de renfort (42) dans l'élément à section en U (22).

20. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comprend le montage de la coquille de renfort (98) à l'extérieur de l'élément à section en U (94), et autour de ce dernier.

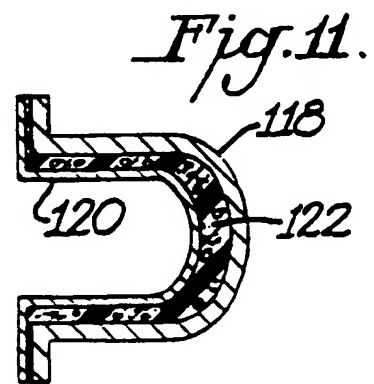
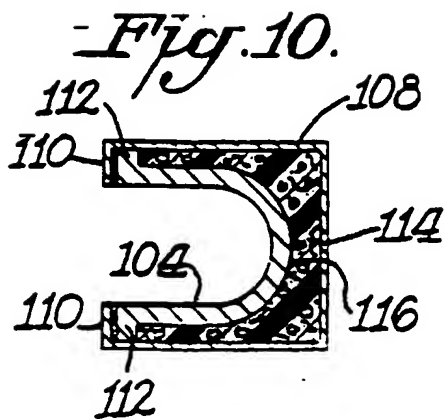
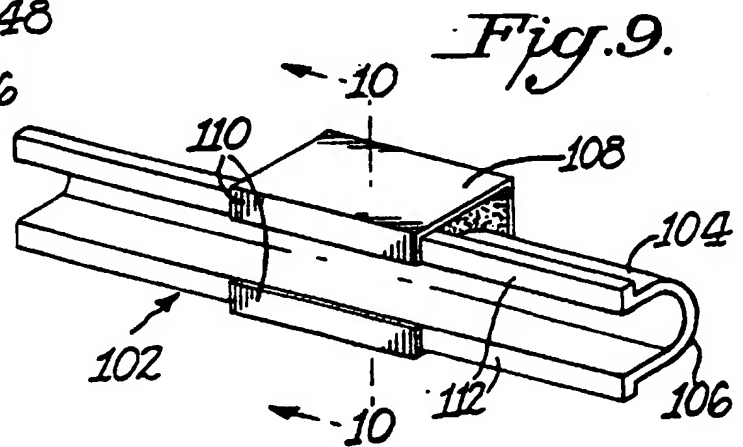
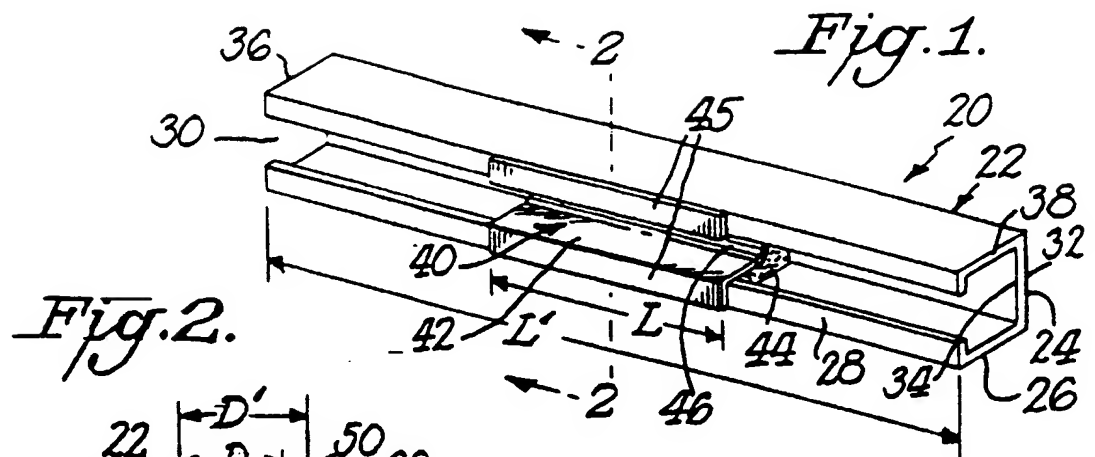
21. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que l'élément de structure est un pare-chocs de véhicule (20) ou une poutre latérale de portière de véhicule (102).

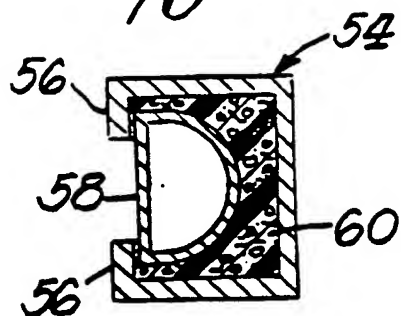
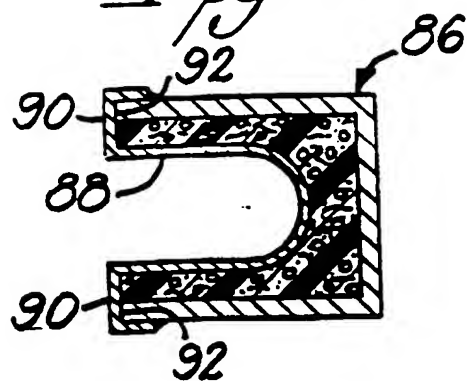
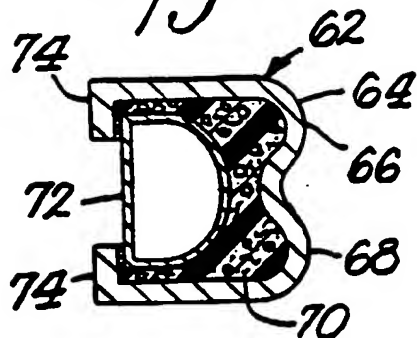
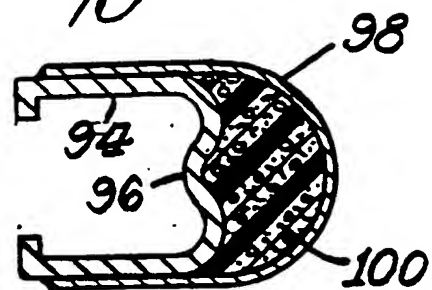
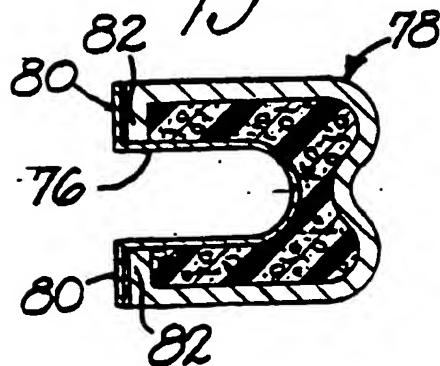
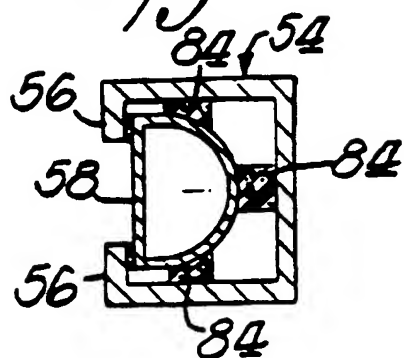
22. Procédé selon la revendication 18, caractérisé en ce que la mousse (44) est une mousse pouvant être expansée, et on fait adhérer la mousse à l'autre élément parmi l'élément à section en U (22) et la coquille de renfort (42) au moment de l'expansion de la mousse.

23. Procédé selon la revendication 22, caractérisé en ce que l'élément de structure est une pièce de véhicule et la mousse est expansée par activation par la chaleur.

24. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce que l'activation par la chaleur a lieu dans un four de peinture.

1/2



*Fig. 3.**Fig. 7.**Fig. 4.**Fig. 8.**Fig. 5.**Fig. 6.*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**